

No title available.

Patent Number: DE19720649
Publication date: 1998-11-19
Inventor(s): GAIL ALFONS (DE); WERNER KLEMENS (DE)
Applicant(s):: MOTOREN TURBINEN UNION (DE)
Requested Patent: ☐ DE19720649
Application Number: DE19971020649 19970516
Priority Number(s): DE19971020649 19970516
IPC Classification: F01D11/08 ; F02C7/28 ; F04D29/08 ; F16J15/16
EC Classification: F16J15/32G2, F01D11/00B, F02C7/28
Equivalents: ☐ EP0981703 (WO9853230), ☐ WO9853230, ZA9804096

Abstract

The invention relates to a brush-hair seal for sealing a rotor against an enclosure having a bore for the rotor to extend therethrough and comprising a front plate and a bearing plate affixed thereto. A multitude of brush hair is maintained between the front plate and the bearing plate in such a way that the hair free ends emerge above an inner edge of the bearing plate, thus touching a rotor surface. The bearing plate inner edge is not very far from the surface, and the bearing plate prevents said hair from completely bending back. Said bearing plate (8) is designed in such a way that the hair (9) must take their bearing by their free ends (21) on a bearing segment (20), while the resting length extends at a distance from the bearing plate (8).

Data supplied from the esp@cenet database - I2

THIS PAGE BLANK (USPTO)



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 197 20 649 C 2

⑤1 Int. Cl. 7:
F 01 D 11/00
F 16 J 15/16

②1 Aktenzeichen: 197 20 649.2-13
②2 Anmeldetag: 16. 5. 1997
④3 Offenlegungstag: 19. 11. 1998
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 28. 9. 2000

DE 197 20 649 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:

MTU Motoren- und Turbinen-Union München
GmbH, 80995 München, DE

⑦2 Erfinder:

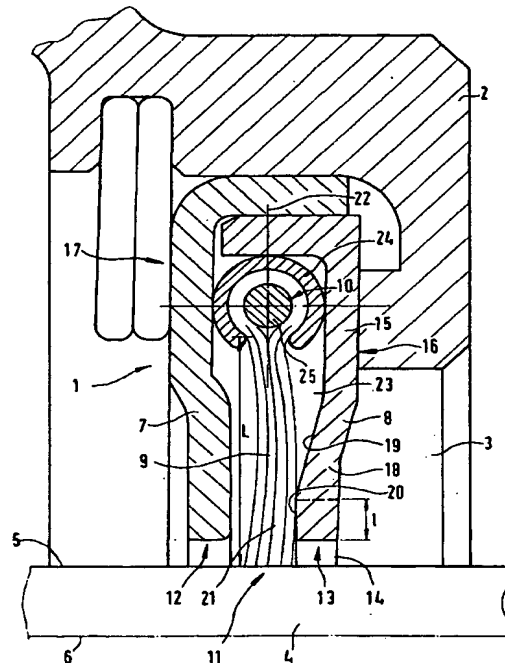
Werner, Klemens, 80999 München, DE; Gail, Alfons,
86316 Friedberg, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 35 07 638 A1
= WO 86 05 252 A1

⑤4 Bürstendichtung

⑤7 Bürstendichtung, zum Abdichten eines Rotors gegen ein Gehäuse mit einer Bohrung, durch das sich der Rotor erstreckt, mit einer Frontplatte (7) und einer Stützplatte (8), die an dem Gehäuse (2) angebracht sind und zwischen denen eine Vielzahl von Borsten (9) so gehalten sind, daß sie mit ihren freien Enden über eine Innenkante (13) der Stützplatte (8) vorstehen und eine Oberfläche (5) des Rotors (4) berühren, wobei die Innenkante (13) der Stützplatte (8) einen geringen Abstand zu der Oberfläche (5) aufweist und die Stützplatte (8) die Borsten (9) gegen eine Durchbiegung stützt und so ausgebildet ist, daß die Borsten (9) mit ihren Endabschnitten (21) an einem Stützabschnitt (20) der Stützplatte (8) abzustützen sind und sich über ihre restliche Länge (L-I) mit Abstand zur Stützplatte (8) erstrecken, dadurch gekennzeichnet, daß eine Innenkante (12) der Frontplatte (7) einen geringen Abstand zur Oberfläche (5) des Rotors (4) aufweist und daß die Borsten (9) zur definierten Anlage an den Stützabschnitt (20) in ihrer Spannstelle (10) gegenüber einer Radialebene (22) zur auf der Niederdruckseite angeordneten Stützplatte (8) hin geneigt sind.



DE 197 20 649 C 2

Die Erfindung betrifft eine Bürstendichtung zum Abdichten eines Rotors gegen ein Gehäuse mit einer Bohrung, durch das sich der Rotor erstreckt, mit einer Frontplatte und einer Stützplatte, die an dem Gehäuse angebracht sind und zwischen denen eine Vielzahl von Borsten so gehalten sind, daß sie mit ihren freien Enden über eine Innenkante der Stützplatte vorstehen und eine Oberfläche des Rotors berühren, wobei die Innenkante der Stützplatte einen geringen Abstand zu der Oberfläche aufweist und die Stützplatte die Borsten gegen eine Durchbiegung stützt.

Derartige Bürstendichtungen werden bspw. bei Gasturbinen eingesetzt, um den Zwischenraum zwischen einem Gehäuse und einem mit einer verhältnismäßig hohen Drehzahl rotierenden Rotor gegen Leckage abzudichten. Im allgemeinen erfolgt dieses in Anwesenheit von unter Druck stehendem, heißen Gas. Da sich unter diesen Bedingungen mit einfachen Gummiringdichtungen keine zufriedenstellende Dichtwirkung erzielen läßt, sind zahlreiche verschiedene Bürstendichtungen entwickelt worden. Bei diesen stehen die Enden der Borsten, die zu einem dichten Borstenpaket zusammengefaßt sind, über die Innenkante einer Innenbohrung der Stützplatte vor und dichten so einen möglichst klein zu haltenden Zwischenraum zwischen der Innenkante der Stützplatte und der Rotoroberfläche ab. Dieser Zwischenraum ist stets vorhanden, da sich die Abmessungen der Dichtung, des Gehäuses und des Rotors infolge von Wärmespannungen bzw. -dehnungen od. dgl. ändern können und somit aus Sicherheitsgründen ein Mindestspiel zwischen der Stützplatte und dem Rotor nicht unterschritten werden darf.

Liegt ein großer Differenzdruck an der Dichtung an, so stützt die auf der Niederdruckseite angeordnete Stützplatte die Borsten gegen eine Durchbiegung zur Niederdruckseite in einer parallel zur Rotorachse verlaufenden Richtung. Einer Durchbiegung der Borsten wird entgegengewirkt, weil durch diese deren radiale Länge verringert und somit der Zwischenraum zwischen der Innenkante der Stützplatte und der Rotoroberfläche geöffnet wird, was zu einem Anstieg der Leckage führt. Eine Durchbiegung der vorstehenden Borstenenden läßt sich jedoch nicht vermeiden.

Vor- und nachstehend wird unter einer Axialrichtung eine parallel zur Längsachse des Rotors verlaufende Richtung und unter einer Radialrichtung bzw. -ebene eine senkrecht zu dessen Längsachse verlaufende Richtung bzw. sich erstreckende Ebene verstanden.

Bei einer aus der EP 0 453 315 bekannten Bürstendichtung dient die gesamte Stützplatte als Stützfläche, an der die Borsten bis auf ihre vorstehenden Enden über ihre gesamte restliche Länge anliegen. Zur Verbesserung der Dichtwirkung ist die Innenkante einer Innenbohrung der Stützplatte mit einer abtragbaren Materialschicht versehen, um die Stützfläche zu verlängern und die Borsten bis nahe an deren Spitzen abzustützen und gleichzeitig den Zwischenraum zwischen der Stützplatte und dem Rotor zu verringern.

Bei dieser Dichtung erweist sich jedoch insbesondere bei anliegendem Differenzdruck als nachteilig, daß die Borsten bei einer Auslenkung des Rotors, die bspw. aufgrund von Wärmespannungen bzw. -dehnungen auftreten kann, radial nach außen ausweichen, in dieser Lage infolge aerodynamischer Effekte jedoch auch nach Rückkehr des Rotors in die zentrische Position verbleiben. Durch das seitliche Ausweichen der Borsten wird der Zwischenraum zwischen der Stützplatte und dem Rotor geöffnet, so daß die Leckage deutlich ansteigt. Es ist bekannt, daß die Borsten dabei an der Stützplatte haften und sich erst nach vollständiger Entlastung, d. h. einem Differenzdruck von annähernd null, in ihre ursprüngliche Lage zurückbewegen und die Zwischen-

räume wieder schließen bzw. abdichten.

Aus der WO-A-86/05252 A ist eine Bürstendichtung mit einer Vielzahl von Borsten in einer Halterung zur Abdichtung von zwei Räumen unterschiedlichen Druckes bekannt, bei der die Borsten zur Verbesserung der Dichtwirkung zur Seite des höheren Druckes in einem Winkel β von 5° bis 45° durch Einstellmittel angestellt sind und sich an einem Ring od. dgl. abstützen. Bei anliegendem Differenzdruck werden die Borsten von der Seite höheren Druckes gegen die Dichtfläche gepresst, was zu einer Verringerung der Borstenbeweglichkeit und somit zu einer starren Bürstendichtung mit einem erhöhten Verschleiß der Borsten führt. Eine hochdruckseitig angeordnete Deck- oder Frontplatte ist nicht vorgesehen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bürstendichtung der eingangs beschriebenen Gattung so zu verbessern, daß auch bei hohen Differenzdrücken und Auslenkungen des Rotors eine gute Dichtwirkung erzielt wird.

Die Lösung der Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Stützplatte so ausgebildet ist, daß die Borsten mit ihren Endabschnitten an einem Stützabschnitt der Stützplatte abzustützen sind und sich über ihre restliche Länge mit Abstand zur Stützplatte erstrecken.

Hieraus ergibt sich der Vorteil, daß die Borsten lediglich mit ihren Endabschnitten an der Stützfläche abgestützt sind, wodurch ihre Flexibilität auch bei hohen Differenzdrücken deutlich vergrößert wird. Da die Borsten in ihren von der Einspannstelle entfernten Endabschnitten ihre maximale Flexibilität aufweisen und zudem durch die strömende Leckluft ständig zu Schwingungen angeregt werden, folgen die Borsten der Rotorbewegung, d. h. sie werden bei dessen Auslenkung seitlich nach außen gedrückt und bewegen sich unmittelbar nach der Rückkehr des Rotors in die zentrische Position in ihre ursprüngliche Lage zurück. Zudem bildet sich in dem Zwischenraum zwischen den Borsten und der Stützplatte durch die strömende Leckluft ein Luftpolster, was die Reibung zwischen den Borsten und der Stützfläche vermindert und einem Haften der Borsten an der Stützplatte entgegenwirkt.

Die Endabschnitte der Borsten müssen nicht schon in ihrer Ruhelage an der Stützfläche der Stützplatte anliegen, sondern können erst bei anliegendem Differenzdruck gegen dieses gedrückt werden. In einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Borsten jedoch gegenüber einer Radialachse, d. h. einer radial zur Rotorlängsachse verlaufenden Achse, zur Stützplatte hin geneigt, damit eine definierte Anlage der Endabschnitte der Borsten an dem Stützabschnitt zu erzielen ist. Bevorzugt sind die Borsten in einem Winkel von etwa 6° geneigt.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung erstreckt sich die Stützplatte von dem Einspannbereich der Borsten an mit axialem Abstand zu den Borsten und weist angrenzend an die Innenkante einer Innenbohrung in der Stützplatte einen zu den Borsten geneigten Bereich auf, an dessen innerer Seitenfläche ein Stützabschnitt ausgebildet ist, an dem die Endabschnitte der Borsten abzustützen sind.

Es ist vorteilhaft, daß die Länge der an dem Stützabschnitt abzustützenden Endabschnitte der Borsten maximal ein Viertel von deren Gesamtlänge beträgt, da die Borsten in diesen von dem Einspannbereich entfernten Endabschnitten ihre maximale Flexibilität aufweisen, so daß die Borsten hier, trotz Anlage an dem Stützabschnitt, nach einer Ausweichbewegung sofort wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückfedern.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß die Innenkante der Frontplatte einen größeren Abstand zu der Oberfläche des Rotors aufweist. Zwar besteht auch zwischen der Innenkante der Frontplatte und der Oberfläche des Rotors nur ein kleiner

Zwischenraum, es können aber größere Fertigungstoleranzen zugelassen werden.

Bevorzugt sind die Borsten zwischen der Frontplatte und der Stützplatte einseitig eingespannt, so daß sie auf einfache Weise mit verschiedenen Anstell- bzw. Neigungswinkeln zu einer Radialebene zwischen der Front- und der Stützplatte gehalten werden können, wenn eine definierte Anlage der Endabschnitte der Borsten an dem Stützabschnitt und somit ein bestimmter Anstell- bzw. Neigungswinkel gewünscht ist.

Es ist zweckmäßig, im Einspannbereich zwischen den Borsten und der Frontplatte und der Stützplatte jeweils ein Distanzstück anzuordnen, um so den Abstand bzw. die Größe des Abstands zwischen den Borsten und der Stützplatte zuverlässig einzustellen. Diese kann auch durch eine entsprechende Ausbildung der Stützplatte, wie z. B. eine zur Niederdruckseite gerichtete Wölbung, erfolgen.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Im folgenden wird die Erfindung unter Bezugnahme auf eine Zeichnung (Fig. 1) näher erläutert, die eine schematische Querschnittsansicht eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Bürstendichtung zeigt, wobei Schraffuren der geschnittenen Teile aus Gründen der Klarheit weggelassen sind.

Fig. 1 zeigt eine im ganzen mit 1 bezeichnete Bürstendichtung, die in einem Gehäuse 2 eingespannt ist. Durch eine Bohrung 3 in dem Gehäuse 2 erstreckt sich ein Rotor 4, dessen Oberfläche mit 5 und dessen Längsachse mit 6 bezeichnet ist. Die Bürstendichtung 1 umfaßt im wesentlichen eine Frontplatte 7, eine Stützplatte 8 und eine Vielzahl von dicht gepackten Borsten 9, die zwischen der Frontplatte 7 und der Stützplatte 8 in 10 fest eingespannt sind. Bei einem an der Bürstendichtung 1 anliegenden Differenzdruck ist die Frontplatte 7 auf der Hochdruckseite und die Stützplatte 8 auf der Niederdruckseite angeordnet. Die einseitig eingespannten Borsten 9 erstrecken sich zwischen der Frontplatte 7 und der Stützplatte 8 und stehen mit ihren freien, von der Einspannstelle 10 entfernten Enden 11 über die Innenkanten 12 bzw. 13 der Frontplatte 7 und der Stützplatte 8 vor. Die Borsten 9 berühren mit ihren Enden 11 die Oberfläche 5 des Rotors 4 und dichten so einen ringförmigen Zwischenraum 14 zwischen der Innenkante 12 der Stützplatte 8 und der Oberfläche 5 des Rotors 4 ab.

Die Frontplatte 7 und die Stützplatte 8 weisen jeweils eine zur Längsachse 6 des Rotors 4 koaxiale Innenbohrung auf, so daß deren Innenkanten 12 bzw. 13 Abstand zur Oberfläche 5 des Rotors 4 haben. Auch die Innenkante 12 der Frontplatte 7 besitzt nur ein verhältnismäßig geringes Spiel zur Rotoroberfläche 6. Die Borsten 9, die aus verschiedenen, dem Fachmann bekannten Materialien bestehen können, werden dadurch vor Beschädigungen beim Handling und durch Luftwirbel während des Betriebs geschützt.

Die Stützplatte 8 weist im vorliegenden Ausführungsbeispiel einen sich in einer Radialebene zur Rotorachse 6 erstreckenden, ersten Abschnitt 15 auf, dessen Außenfläche 16 zur paßgenauen Anbringung der Bürstendichtung 1 an dem Gehäuse 2 parallel zu einer Außenfläche 17 der Frontplatte 7 ist. Die Frontplatte 7 und die Stützplatte 8 weisen ferner jeweils einen rechtwinklig nach innen abgewinkelten Abschnitt auf, welche jedoch vorliegend ohne Bedeutung und nur der Vollständigkeit halber erwähnt sind.

Ein an die Innenkante 13 der Stützplatte 8 angrenzender Bereich 18 der Stützplatte 8 ist zu den Borsten 9 hin geneigt, wobei an dessen Innenseite 19 eine Stützfläche 20 ausgebildet ist, an der die Borsten 9 mit ihren Endabschnitten 21 abzustützen sind. Wie an der Einspannstelle 10 zu erkennen ist, ist zwischen den Borsten 9 und der Frontplatte 7 sowie

der Stützplatte 8 ein Distanzstück 24 vorgesehen, das im Querschnitt die Form eines offenen Rings besitzt. Die Borsten 9 sind in diesem Ausführungsbeispiel in bezug zu einer Radialebene 22 zur Stützplatte 8 hin geneigt. Der Winkel beträgt etwa 6°. Auf diese Weise läßt sich eine definierte Anlage der Endabschnitte 21 der Borsten 9 an der Stützfläche 20 der Stützplatte 8 erzielen. Diese Maßnahme ist jedoch nicht zwingend, da die Endabschnitte 21 auch erst durch den Differenzdruck gegen die Stützfläche 20 gedrückt werden können.

Die radiale Länge 1 der Stützfläche 20 der Stützplatte 8 beträgt etwa ein Fünftel der freien (Gesamt-)Länge L der Borsten 9, so daß sich die Borsten 9 über einen großen Bereich ihrer Länge L unter Bildung eines Zwischenraums 23 mit Abstand zur Innenfläche 19 der Stützplatte 8 erstrecken.

Da die Borsten 9 in ihren von der Einspannstelle 10 entfernten Endabschnitten 21 am flexibelsten sind und zudem durch die in den Zwischenraum 23 strömende Leckluft ständig zu Schwingungen angeregt werden, weichen die Borsten 9 bei einer Auslenkung des Rotors 4 aus seiner zentrischen Position seitlich aus, bewegen sich aber nach dem Wegfall der Auslenkung des Rotors 4 bewirkenden Ursache, wie z. B. Wärmespannungen, unmittelbar mit dem Rotor 4 zurück in ihre ursprüngliche Lage. Durch ein sich in dem Zwischenraum 23 bildendes Luftpolster wird darüberhinaus die Reibung zwischen den Endabschnitten 21 der Borsten 9 und des Stützabschnitts 20 der Stützplatte 8 verringert. Aufgrund dessen ist auch bei anliegendem Differenzdruck und Auslenkungen des Rotors 4 eine gute Dichtwirkung der Bürstendichtung 1 gewährleistet, so daß kein erheblicher Anstieg der Leckage auftritt.

Patentansprüche

1. Bürstendichtung, zum Abdichten eines Rotors gegen ein Gehäuse mit einer Bohrung, durch das sich der Rotor erstreckt, mit einer Frontplatte (7) und einer Stützplatte (8), die an dem Gehäuse (2) angebracht sind und zwischen denen eine Vielzahl von Borsten (9) so gehalten sind, daß sie mit ihren freien Enden über eine Innenkante (13) der Stützplatte (8) vorstehen und eine Oberfläche (5) des Rotors (4) berühren, wobei die Innenkante (13) der Stützplatte (8) einen geringen Abstand zu der Oberfläche (5) aufweist und die Stützplatte (8) die Borsten (9) gegen eine Durchbiegung stützt und so ausgebildet ist, daß die Borsten (9) mit ihren Endabschnitten (21) an einem Stützabschnitt (20) der Stützplatte (8) abzustützen sind und sich über ihre restliche Länge (L-l) mit Abstand zur Stützplatte (8) erstrecken, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Innenkante (12) der Frontplatte (7) einen geringen Abstand zur Oberfläche (5) des Rotors (4) aufweist und daß die Borsten (9) zur definierten Anlage an den Stützabschnitt (20) in ihrer Einspannstelle (10) gegenüber einer Radialebene (22) zur auf der Niederdruckseite angeordneten Stützplatte (8) hin geneigt sind.

2. Bürstendichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Stützplatte (8) mit axialem Abstand zu den Borsten (9) erstreckt und angrenzend an die Innenkante (13) einer Innenbohrung in der Stützplatte (8) einen zu den Borsten (9) geneigten Bereich (18) aufweist, an dessen innerer Seitenfläche (19) der Stützabschnitt (20) ausgebildet ist, an dem die Endabschnitte (21) der Borsten (9) abzustützen sind.

3. Bürstendichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Borsten (9) in einem Winkel von etwa 6° geneigt sind.

4. Bürstendichtung nach einem oder mehreren der vor-

hergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge (1) der an den Stützabschnitten (20) abzustützensen Endabschnitte (21) der Borsten (9) maximal ein Viertel von der Gesamtlänge (L) beträgt.

5. Bürstendichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge (1) etwa 2 mm beträgt.

6. Bürstendichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenkante (12) der Frontplatte (7) einen größeren Abstand zu der Oberfläche (5) des Rotors (4) aufweist als die Innenkante (13) der Stützplatte (8).

7. Bürstendichtung nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Borsten (9) mit ihren von den freien Enden (11) entfernten Enden zwischen der Frontplatte (7) bzw. der Stützplatte (8) eingespannt sind.

8. Bürstendichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Einspannbereich (10) zwischen den Borsten (9) und der Frontplatte (7) sowie der Stützplatte (8) ein Klemmstück (24) angeordnet ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG.1

